点石成金，绿色发展：科技助力水城县玄武岩纤维产业扶贫

张 蕾[1] 丁宝明[2*] 朱泽阳[1]
1 中国科学院地质与地球物理研究所 北京 100029
2 中国地质大学（北京） 地球科学与资源学院 北京 100083

摘要 科技扶贫是推进贫困地区脱贫攻坚的重要手段，有助于推动地区相关产业的优化发展，增强产业在扶贫攻坚中的“造血”功能。贵州省六盘水市水城县是中国科学院定点帮扶县，近年来，以刘嘉麒院士为代表的中国科学院地质与地球物理研究所科技扶贫团队在当地政府的大力支持和帮助下，深入实地调研，发挥院士工作站学科优势，依托六盘水地区丰富的玄武岩资源，积极助力当地政府推动玄武岩纤维产业的发展。形成了“矿石原料—生产工艺—下游产品开发”的完整帮扶链，为当地实现“造血式”产业发展提供了重要的技术支撑。

关键词 科技扶贫，水城县，玄武岩纤维，产业发展

DOI 10.16418/j.issn.1000-3045.20190308001

科技扶贫是实现精准扶贫的重要组成部分，推动科技成果在贫困地区的产业转化是实现由“输血式”扶贫向“造血式”扶贫的有效途径。党的十九大提出到2020年坚决打赢脱贫攻坚战的目标任务，2018年《中共中央 国务院关于打赢脱贫攻坚战三年行动的指导意见》将实施人才和科技扶贫计划作为扶贫的重要举措。在脱贫攻坚的关键阶段，因地制宜开展科技成果转化，促进地区特色产业发展，加强新技术引进，从根本上推动地区产业结构优化升级，已成为科技扶贫工作中的重要着力点[1]。

中国科学院（简称“中科院”）是最早参与国家科技扶贫的单位之一，2017年贵州省六盘水市水城县成为中国科学院脱贫攻坚定点帮扶县。水城县整体贫困面大，贫困程度深，贫富差距较大，属于国家级贫困县，也是贵州省14个深度贫困县之一[2]。为了从根本上解决水城县的贫困局面，形成可持续发展的产业项目，真正实现“造血式”扶贫，根据当地资源优势和企业需求，中科院地质与地球物理研究所（以下

*通讯作者
资助项目：中国科学院科技扶贫项目
修改稿收到日期：2020年2月16日

简称“地质地球所”）依托岩石学、岩石地球化学等学科专业优势，在水城县成立院士工作站，并由刘嘉麒院士带领科技扶贫团队深入调研，依托当地玄武岩的资源优势，为水城县玄武岩纤维产业发展提供重要技术支撑。地质地球所科技扶贫工作一方面给水城县经济增长注入了新的活力，另一方面对地区扶贫及扶贫之后的产业可持续发展提供了保障，从而真正实现“造血式”产业扶贫，收到当地政府的欢迎，并得到了大力支持和帮助。

1 水城县玄武岩资源优势及存在的问题

1.1 玄武岩纤维的性能及产业优势

玄武岩是基性喷出岩，在地球上分布相当广泛。玄武岩连续纤维是一种纯天然、非人工合成的高技术纤维（图 1），以纯天然玄武岩为原料，是我国四大高性能纤维（碳纤维、芳纶、超高分子聚乙烯纤维、玄武岩纤维）之一。

玄武岩纤维产业是无污染、无公害绿色产业。由于玄武岩是无机硅酸盐，经过火山喷发时和熔炉熔化时的 2 次高温（约 1 450℃—1 500℃）煅烧，在玄武岩纤维生产过程中，无废气、废物及有毒物质释放，这与在熔制过程中产生大量废气的其他纤维产业相比有着本质区别。在所有高性能纤维生产过程中，玄武岩连续纤维的能耗（电或气）相对较低。玄武岩纤维无污染、低能耗、可回收的特点与当今社会经济向绿色转型的导向一致[3-5]。

玄武岩纤维性能表现优异。具备高强度、高模量、耐高温、耐低温、耐酸碱、抗氧化、抗辐射、绝热隔音、防火阻燃、过滤性好、抗压缩强度和剪切强度高等优异性能。目前，玄武岩纤维已广泛应用于消防、环保、航空航天、军工、汽车船舶制造、医学、农业、工程及建筑等领域[6-8]。

国内外玄武岩纤维产业现正处于高速发展阶段。目前，全球玄武岩纤维的年生产总量不超过 2 万吨，国内有一定规模的生产企业不超过 20 家，还没有行业的龙头企业。据初步估计，在未来 5—10 年内玄武岩纤维的全球需求量近百万吨，而现阶段的产量远不能满足需求。

1.2 水城县玄武岩纤维产业发展现状及问题

六盘水市位于峨眉山大火成岩省的东部，拥有丰富的玄武岩资源。在六盘水六枝特区、盘县、水城县、钟山区等均有玄武岩分布，厚度达 200—600 米。整个六盘水市勘察区初步评价玄武岩资源量接近 60 亿吨，储备区资源量超 200 亿吨。初步调查结果显示，水城县经济开发核心区周边 50 公里范围内玄武岩资源分布广、开采条件好、储量大，估算资源储量近 3 亿

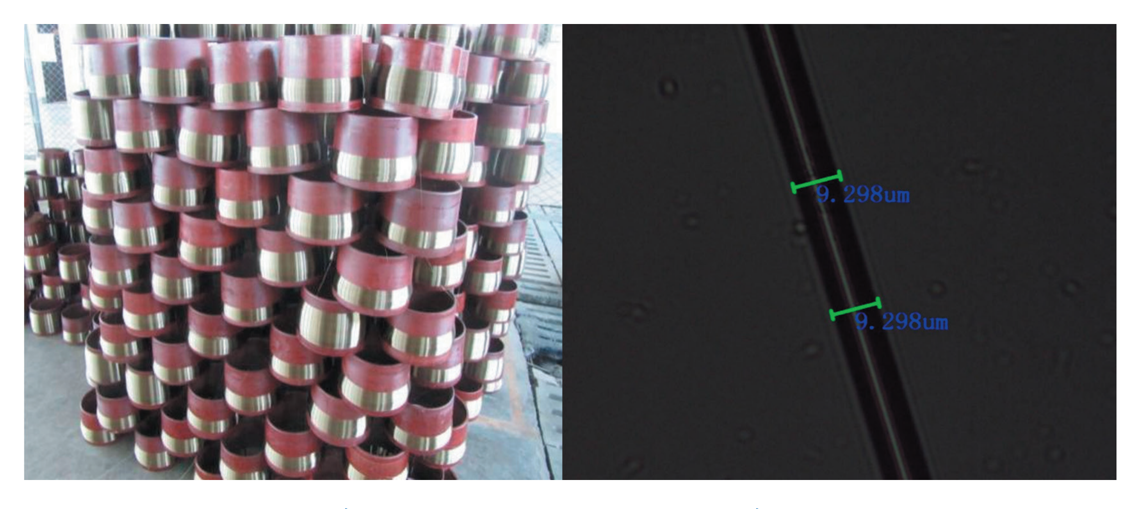


图 1 玄武岩纤维原丝（a）及高倍显微镜下的玄武岩纤维（b）

吨。水城县政府因地制宜，利用资源优势，将玄武岩纤维产业作为新兴支柱产业：采用“资源+产业”的模式，建设六盘水玄武岩科技产业园，总投资27.5亿元，占地2 000亩。

贵州石鑫玄武岩科技有限公司（以下简称“石鑫公司”）是水城县唯一的玄武岩纤维生产企业。2016年，该公司玄武岩连续纤维产量仅有4 320吨，公司发展面临诸多“卡脖子”技术问题：*① 在矿石原料方面。*石鑫公司纤维生产工艺流程中所用玄武岩矿石原料主要来源于河北省张家口市蔚县新源玄武岩矿业有限公司，由于矿石原料技术方面存在问题，石鑫公司并没有使用水城县本地的玄武岩矿石资源，这使得企业生产成本增加，如何尽快实现矿石原料本地化，充分发挥水城县玄武岩矿石资源的优势，是当地政府和企业亟待解决的问题，这也是此次地质地球所科技扶贫团队要重点研究解决的课题之一。*② 在下游产品开发应用方面。*虽然石鑫公司与有关单位洽谈了供水管道、板材、风光系统、海洋养殖箱、农村环保水窖等合作，但是产品大多集中在低端领域。由于公司所生产纤维的性能不稳定，使得其很难应用到电子、航空航天、军工等高端领域，如何提升玄武岩连续纤维的稳定性，依然是公司面临的技术难题。

2 构建产业完整帮扶链，科学指导企业发展

为推进玄武岩纤维产业的深入发展，解决生产过程中的技术难题，地质地球所充分发挥学科优势，其中以刘嘉麒院士为代表的科技扶贫团队多次赴水城县实地考察，为水城县玄武岩产业发展提供技术支持和理论支撑。科技扶贫团队组织编写了《水城县玄武岩纤维产业精准扶贫调研——玄武岩专项报告》，并与水城县政府签订合作协议，成立了水城县首个院士专家工作站，搭建技术创新平台，为水城县乃至国内玄武岩纤维企业解决生产技术难题，提高企业生产效益，推动地方经济更好地发展。

2.1 实地调研，形成上、中、下游产业完整帮扶链

针对水城县玄武岩纤维产业发展状况及存在的问题，探索出一条科学有效的扶贫体系，充分发挥地质地球所的科研优势，切实帮助当地企业发展，促进地方经济增长。地质地球所科技扶贫团队根据实地调研，形成了“矿石原料—生产工艺—下游产品开发”的完整帮扶链，找到了一条适合当地的科技扶贫道路。

*（1）搭建创新平台，加强人才体系建设。*积极利用中科院相关研究机构的人才支持，如人才挂职、科技讲座和开展咨询等。同时，充分利用六盘水师范学院的师资力量，加强材料学、机械学、地质学、物理学、化学等学科专业研究人员在园区玄武岩纤维企业和院士工作站挂职、交流，积极参与生产技术攻关和活动，不仅有利于解决企业和研发机构人手不足等问题，也有利于培养和锻炼当地人才，形成真正的“政产学研”合作，进一步推动本地高校开设相关的学科专业，结合本地经济发展需要培养人才。

*（2）强化管理沟通协调。*在六盘水全市层面设立玄武岩纤维产业化推进专项机构或专班，促进政、产、学、研、用的资源整合，助力开发区玄武岩纤维产业化快速推进。此外，地质地球所科技扶贫团队配合当地政府努力争取省级和国家层面的支持，进一步对接中科院的技术支持；2018年9月，推动召开贵州玄武岩纤维产业发展高峰论坛，使水城县玄武岩纤维产业与国内外企业对接。

*（3）围绕玄武岩打造城市名片。*科技扶贫团队积极推进以玄武岩及玄武岩纤维为主题的地质公园和旅游景点的建设，旨在盘活六盘水市及水城县的旅游资源，促进当地就业，营造全市上下重视玄武岩纤维产业化的氛围。协助水城县政府和企业使当地玄武岩产业品牌化，注册“水城石鑫玄武岩”这个“专有名片”。

（4）*建立相关质量-技术标准体系*。建立起质量体系及标准规范体系，掌握知识产权，可进一步提高水城县在玄武岩纤维行业的影响力和话语权。为此，科技扶贫团队积极开展矿源调查与矿石品质评价。针对整个六盘水市的玄武岩品质，结合113地质队的资料数据，进行加密取样分析，对全市的玄武岩资源按品质进行分级评价。由于当地大多数玄武岩矿石中的硫、铁含量较高，导致在熔融过程中析晶温度提高、熔融体均化较差，影响漏板寿命甚至损坏漏板；二氧化硅含量偏低，一定程度影响成丝品质，如强度和稳定性等。专业权威的调查与评价将为全市层面资源优化利用奠定数据基础，一旦确认本地有品位较高的矿石存在，不仅可直接降低成本，还能进一步提升本地发展玄武岩纤维产业的资源底气。

（5）*节能降耗控制成本*。玄武岩纤维的拉丝成本目前仍然偏高，这是当前的行业现状，制约了玄武岩纤维在许多量大面广的常规领域中的替代性应用，如交通工程、土木工程等。从玄武岩纤维拉丝生产全链条的各个环节来梳理成本构成，通过预估成本与产能规模的关系，研究降低成本的途径。同时，探索研究池窑技术，力争在拉丝过程中不仅实现一拖多个漏板，还能实现每个漏板超过1 000孔，以改善拉丝品质、降低拉丝成本。目前，地质地球所科技扶贫团队正就如何进一步控制耗能成本进行技术攻关。

（6）*加大力量开发下游产品*。玄武岩纤维只是初级材料，更重要的是下游应用市场的开发，这是决定企业销售的关键。只有整个下游应用的需求市场不断活跃，才能使得整个玄武岩纤维产业链活跃起来。目前，尽管玄武岩纤维因成本因素制约了其在许多常规领域中的替代性应用，但也在不少领域，如道路交通、建筑、防护、军事、海洋等进行了卓有成效的应用。团队通过调研下游既有应用开发商，为当地政府招商引资提供资源，促进玄武岩纤维科技园区形成原材料和下游应用互利共赢的产业生态。

2.2 制定规划，科学指导企业发展

为了使玄武岩产业真正为当地实现“造血式”扶贫，地质地球所科技扶贫团队制定“六盘水市玄武岩产业发展规划”，科学指导水城县玄武岩纤维产业发展。

（1）*在平台建设方面*。搭建3个创新孵化平台——玄武岩纤维原料分析化验与研发中心、玄武岩纤维表面处理技术研发中心、玄武岩纤维复合材料高端应用研发中心；2个产业共性技术服务平台——质量标准体系建设中心、纤维性能检测与新产品鉴定中心；3个综合科教服务平台——院士工作站、专业技术人员培训中心、国际科研大数据与专利信息中心；在开发区注册成立“贵州中科玄武岩创新孵化研究院有限公司”，落户开发区工程技术中心。

（2）*在技术研发方面*。启动了对已有露头玄武岩矿采样分析、原料配比等工作，相关技术团队在刘嘉麒院士带领下野外勘察数次，确定了玄武岩纤维矿源地及矿石配方。同时，启动浸润剂和树脂的研发试验，争取尽早在浸润剂和粘合树脂上取得进展，开发更多下游产品，力争推动水城县形成百亿级玄武岩纤维产业规模。

自2017年起，地质地球所科技扶贫团队为水城县玄武岩产业提供专业科技支撑，水城县石鑫公司产能扩大至3万吨/年，复合材料产能达到8万吨/年，较之前增加了近7倍。随着产能的扩大，就业岗位迅速增加，这不仅解决了工人就业问题，也提升了工人工资水平，达到了“造血式”扶贫的目的。

3 思考及建议

玄武岩纤维材料产业市场大且前景广阔，有望形成新的经济增长点。对于促进地方经济增长、扶贫攻坚和产业转型升级都是一个难得的历史机遇。目前，六盘水市及水城县对发展玄武岩纤维产业高度重视，在现有发展势头的基础上，政府和科研机构还应更进

一步明确责任与目标，相互配合，以实现玄武岩产业在当地的飞速发展。

（1）强化组织领导，做好顶层设计。在实际扶贫工作中，科技扶贫应该与当地政府部门紧密结合，不能脱离当地实际情况，只进行单纯的学术研究。① 成立由政府和科研人员共同组成的玄武岩产业发展领导小组。结合六盘水资源禀赋和发展实际，围绕打造全国乃至全球最大的玄武岩连续纤维生产基地，形成规模效益和集聚效应，制定玄武岩纤维产业发展规划。② 进一步强化人才引进，提供技术支撑。科技扶贫团队应该进一步利用自身资源，加大与中科院及其他科研院所的对接、合作，组建专家工作站和工程实验室；根据产业链布局，在玄武岩纤维生产、后续产品及工业化生产等方面进行技术攻关，组织开展产品标准和行业标准制定，完成标准的起草、检测、修订、报批等工作，为玄武岩纤维产品入市和扩大销量提供有效保证。③ 强化市场导向，拓宽市场领域。发挥政府在玄武岩纤维产业发展中的引导作用，在产品推广应用方面出台相关政策给予倾斜扶持。结合市场需求和产品标准情况，按照分步实施的原则，从近、中、远3个阶段制定发展策略，最终实现高端玄武岩纤维产品及其复合材料的研发、生产、应用。

（2）科研平台应进一步加大对企业亟待解决的技术问题的科研投入。① 主动创新研究思路，关注国内外最新研究动向及研究成果，为当地企业发展提高强有力的技术支撑。② 在矿石原材料方面，着力解决玄武岩纤维成丝机理问题，研究矿石不同组分对于玄武岩纤维成丝的影响。③ 在生产工艺方面，要勇于尝试新思路、新方法，争取优先提升现有工艺水平，以创建达到国际领先地位的生产工艺水平为目标。

科技扶贫在水城县脱贫攻坚中发挥的作用越来越显著，而把扶贫产业做实做大是形成产业扶贫长效机制的重要手段。以刘嘉麒院士为代表的地质地球所科技扶贫团队依托当地资源优势，通过协助当地政府造产业、育人才、创机制，促进不同产业融合发展，为当地打通从生产到市场的重点、难点及技术壁垒，切实推进了当地经济不断增长。目前科研团队正集中技术力量解决在原料筛选、生产工艺改进、技术标准制订、开发新产品、质量控制、专业人才培养、聚合集成产业链等方面的问题，为玄武岩纤维产业的快速发展提供有力的科技支撑，积极发挥科技力量在“造血式”产业扶贫中的重要作用。

参考文献

1 周华强, 冯文帅, 刘长柱, 等. 科技扶贫项目管理创新研究：理念与实践. 科技管理研究, 2017, (11): 197-204.

2 段明, 张朝硕, 肖海金, 等. 贫困山区生态渔业扶贫模式的实践与思考——从湖北恩施到贵州六盘水. 中国科学院院刊, 2019, 34(1): 114-120.

3 刘嘉麒. 绿色高新材料——玄武岩纤维具有广阔前景. 科技导报, 2009, (9): 5.

4 胡显奇, 罗益锋, 申屠年. 玄武岩连续纤维及其复合材料. 高科技纤维与应用, 2002, (4): 1-5.

5 梁磊, 梁玉舫, 李瑾, 等. 玄武岩纤维物化性能的研究. 玻璃纤维, 2006, (1): 15-19.

6 齐风杰, 李锦文, 李传校, 等. 连续玄武岩纤维研究综述. 高科技纤维与应用, 2006, (4): 42-46.

7 石钱华. 国外连续玄武岩纤维的发展及其应用. 玻璃纤维, 2003, (4): 27-31.

8 许淑惠, 彭国勋, 党新安. 玄武岩连续纤维的产业化开发. 建筑材料学报, 2005, 8(3): 261-267.

"Stone-to-gold, Green Development" —Basalt Fiber Industry Helps Poverty Alleviation Through Technology

ZHANG Lei[1]   DING Baoming[2*]   ZHU Zeyang[1]

(1 Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100029, China;

2 School of Energy Sciences and Resources, China University of Geosciences Beijing, Beijing 100083, China)

Abstract Poverty alleviation through technology is one of the important means to promote poverty alleviation in poverty-stricken areas, it helps to promote the continuous development of regional industries and strengthens the "blood-making" function of the industry in tackling poverty. Shuicheng, Guizhou Province is a designated county of Chinese Academy of Sciences (CAS). In recent years, Academician Liu Jiaqi of CAS led a research team with the support and help of local government to conduct in-depth field investigation, and supported the local government to actively promote the development of basalt fiber industry by relying on the abundant basalt resources in Shuicheng. Formed a "ore raw materials - production process - downstream product development" complete chain. Which has improved the important technical support for the local "hematopoietic-mode" industry development.

Keywords poverty alleviation through technology, Shuicheng, basalt fiber, industrial development



张 蕾 中国科学院地质与地球物理研究所工程师。研究方向：材料科学，纤维性能及制品研发。E-mail: manxuenuc@126.com

ZHANG Lei Engineer, Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences (CAS). Her research covers material science, fiber performance, and product development.
E-mail: manxuenuc@126.com



丁宝明 中国地质大学（北京）地球科学与资源学院在读博士研究生。主要研究方向：玄武岩连续纤维矿石原料均质化及玄武岩纤维成丝机理。E-mail: 460762205@qq.com

DING Baoming Ph.D. student, School of Earth Sciences and Resources, China University of Geosciences Beijing. His main research focuses on the homogenization of basalt continuous fiber ore and the mechanism of basalt fiber. E-mail: 460762205@qq.com

* Corresponding author

■责任编辑：张帆